

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

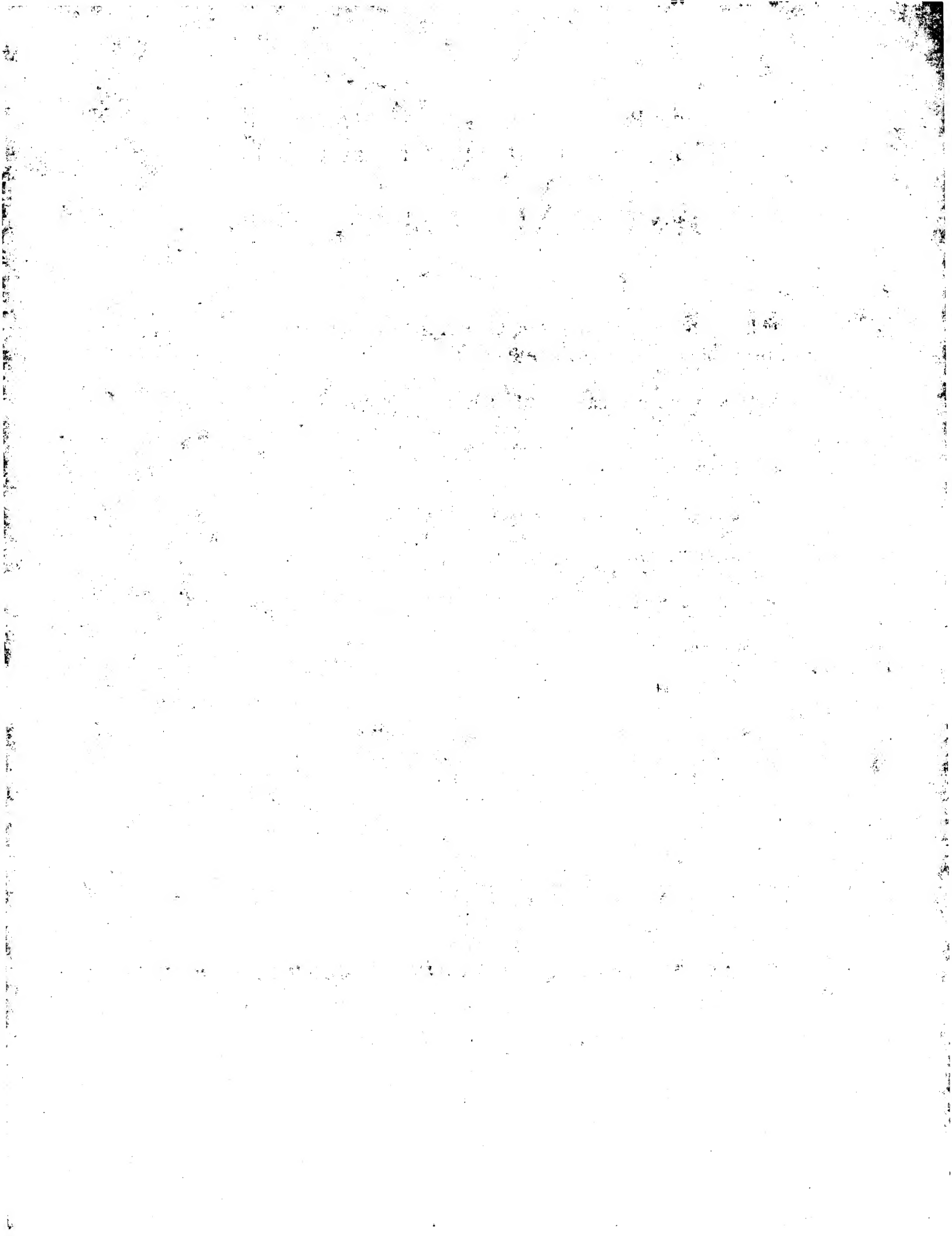
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**





19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 41 06 175 A 1

51 Int. Cl.⁵:
H 04 N 3/02
H 04 N 5/225
H 04 N 7/18
// G 01 M 9/06, G 01 R
31/318, B 60 R 21/00

21 Aktenzeichen: P 41 06 175.6
22 Anmeldetag: 27. 2. 91
43 Offenlegungstag: 3. 9. 92

DE 41 06 175 A 1

71 Anmelder:
Zürl, Kurt, Dr., 8500 Nürnberg, DE

74 Vertreter:
Münich, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.;
Steinmann, O., Dr., Rechtsanw., 8000 München

72 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Ultrahochgeschwindigkeitskamera mit extrem hoher Bildfrequenz

57 Sehr schnell ablaufende Vorgänge sollen zur Analyse beobachtet werden. Eine schnelle rechnergekoppelte Auswertung ohne lange und kostspielige Entwicklungsschritte ist anzustreben.

Vollelektronische bildgebende Kamera mit digitalem Bildspeicher und sehr hoher Zeitauflösung, welche durch die hochgradig parallele Verarbeitung der Bildinformation und Anwendung von integrierten Schaltkreisen erreicht wird. Das Bild wird mittels geordneter Lichtleitfasern in mehrere Teilbilder zerlegt, welche parallel verarbeitet werden. Eine Bildfrequenz von 10 MHz und mehr kann so realisiert werden.

Anwendbar für alle Bereiche der Hochgeschwindigkeitskameras, wie z. B. die Analyse von Crash-Tests bei Kraftfahrzeugen, Beobachtungen von Explosionsvorgängen usw.

DE 41 06 175 A 1

Die Erfindung betrifft eine Ultrahochgeschwindigkeitskamera mit extrem hoher Bildfrequenz. Die Kamera kann als universelles Mittel zur Registrierung sehr schnell ablaufender Vorgänge angesehen werden. Dabei reicht ihr Einsatzgebiet durch alle Gebiete der Technik, sie ist aber auch vorteilhaft in der Biologie oder bei der Beobachtung des Ablaufs chemischer Vorgänge anwendbar. So ist zum Beispiel mit ihrer Hilfe eine genaue und detaillierte Verfolgung aller Arten von Explosionen möglich. Als Beispiel mag hier die Bewegung der Verbrennungsfront in einem Motor im Verhältnis zur Kolbenbewegung gelten. Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet ist der Bereich der Strömungsmechanik, z. B. Beobachtungen im Windkanal. In diesem Zusammenhang muß auch auf die Möglichkeit der Verfolgung schnell ablaufender Vorgänge im nuklearen Bereich verwiesen werden.

Innerhalb der Fertigungstechnologie können als Untersuchungsobjekte Bestückungsautomaten angeführt werden, deren Echtzeitverhalten, das für eine exakte Arbeitsweise von großer Wichtigkeit ist, nur unter Zuhilfenahme extrem verlangsamer Kameras verfolgt werden kann. Als weiteres Einsatzgebiet sind sog. Crash-Tests anzuführen, deren Durchführung Aufschluß über die Sicherheit von Kraftfahrzeugen geben soll.

Schließlich bietet die Erfindung noch die Möglichkeit des Aufbaus eines schnellen zweidimensionalen Logikanalysators, der z. B. bei einer Übertragung von zweidimensionalen Daten als Lichtfelder im Raum die Kontrolle der digitalen parallelen optischen Datenübertragung übernehmen könnte.

Zur Verfolgung schnell ablaufender Vorgänge in der Technik und der Naturwissenschaft stehen sog. Streak-Kameras unterschiedlicher Ausführungsformen zu Verfügung.

Eine elektronische Streak-Kamera, die z. B. mit Elektronenröhren aufgebaut ist, erzeugt ein im gewissen Sinne dimensionsloses Bild, das allein die Möglichkeit bietet, z. B. einen kurzen Laserimpuls hinsichtlich seines Intensitätsverlaufes über die Zeit zu verfolgen. Eine solche Kamera ist zwar wesentlich schneller als andere Kameras, besitzt aber selbst kein eigentliches bildgebendes System, sie kann nur Aussagen über ein Zeitverhalten liefern.

Bekannt sind auch Streak-Kameras mit mechanischem Aufbau. Die Aufzeichnung erfolgt auf einem Film, der z. B. über einen Drehspiegel belichtet wird. Nachteilig bei dieser Art Kamera ist die Notwendigkeit der Filmentwicklung. Hinzu kommt die Tatsache, daß nur jeweils ein sehr kurzer, durch die Umlaufgeschwindigkeit des Drehspiegels bedingter Zeitraum für die Betrachtung zur Verfügung steht. Gegenüber der elektronischen Variante bietet diese Kamera kaum Möglichkeiten der Triggerung, es ist nicht möglich, den Beginn der Abtastung an den Beginn oder eine bestimmte Phase eines ablaufenden Prozesses zu binden.

Nachteile anderer Art besitzen klassische Videokameras, die zwar durch Zusätze die Wahl extrem kurzer Verschlusszeiten gestatten, aber zwischen den einzelnen Verschlusszeiten sehr lange Zwischenzeiten für die Auslesung benötigen. Durch Anwendung technischer Kunstgriffe kann diesem Nachteil zwar in Grenzen begegnet werden, z. B. dadurch, daß man wiederholbare Ereignisse, deren Dynamik eine Untersuchung mit den obengenannten langen Zwischenräumen nicht erlaubt,

mit einer gewissen Zeitversetzung zur Belichtung mehrere Male hintereinander ablaufen läßt (Sampling), jedoch ist eine solche Maßnahme nur als ein Notbehelf zu betrachten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in einer Ultrahochgeschwindigkeitskamera eine hohe Empfindlichkeit bei einer schnellen Bildfolge, kombiniert mit einer elektronischen Auswertung, die eine schnelle Zurverfügungstellung des auszuwertenden Bildes gewährleistet, zu realisieren.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit einer Ultrahochgeschwindigkeitskamera erfindungsgemäß dadurch, daß in deren Bildebene eine aus den Enden eines Bündels von Lichtleitfasern mit einer beliebigen geometrischen Anordnung der Einzelfasern bestehende Eintrittsebene für einen Sensor vorgesehen ist, daß eine Zuordnung der anderen Faserenden zum jeweiligen geometrischen Ort der Einzelfaser in der Bildebene gegeben ist und daß die anderen Enden der Fasern auf jeweils einen optoelektronischen Empfänger gerichtet sind und Speichermittel mit hochgradig parallelen Zugriff zur Speicherung der Einzelsignale der Empfänger nach vorheriger A/D-Wandlung enthalten sind.

Die Form der Eintrittsebene kann durch die Wahl der Anordnung der Faserenden so gestaltet werden, daß sie eine optimale Anpassung an das jeweilige Meßproblem, d. h. an den zu beobachtenden Vorgang darstellt. Soll z. B. die Flugbahn eines sich geradlinig fortbewegenden Flugobjektes verfolgt werden, kann eine Anordnung gewählt werden, die aus einer zeilenförmigen Aneinanderreihung der Faserenden besteht.

Für das bereits genannte Anwendungsbeispiel, das die Beobachtung der Vorgänge in einem Verbrennungsmotor betrifft, müßte die Anordnung die Form eines Fensters besitzen, das einen Teil der Seitenwand der Verbrennungskammer des Motors einnimmt. Jede andere geometrische Form ist denk- und ausführbar.

Die gegenseitige Anordnung der Faserenden ist im Hinblick auf die Art des erwarteten Bildes ebenfalls frei wählbar. Soll ein Bild mit hoher Auflösung, aber nur für ein relativ kleines Bildfeld angestrebt werden, sind die Faserenden in der Eintrittsebene in der Form einer hexagonalen dichten Packung angeordnet. Ist eine hohe Auflösung nicht notwendig und soll ein relativ großes Bildfeld betrachtet werden, dann sind die Faserenden derart angeordnet, daß ihr Mittenabstand wesentlich größer als der Faserdurchmesser ist. Es wird in diesem Fall also ein relativ grobes Raster über einen größeren Bereich gelegt, eine Anordnung, wie sie z. B. für die Beobachtung eines Geschosßfluges zweckmäßig zu wählen wäre.

Am anderen Ende der Fasern ist deren Abstand in jedem Fall durch die Größe der Fotoempfänger vorgegeben. Die optoelektronischen Empfänger können als integrierte Schaltkreise ausgeführt sein, die außer dem Empfänger auch noch die nachfolgende Elektronik, z. B. einen Verstärker und A/D-Wandler enthalten.

Es besteht auch die Möglichkeit, einige oder eine größere Anzahl von Empfängerschaltungen auf einem gemeinsamen Schaltkreis zu vereinigen. Auch in diesem Fall können Mittel zur Ansteuerung der digitalen Speicher mittels der Empfängersignale, z. B. Adreßzähler vorgesehen werden.

Die Lichtempfänger können im Hinblick auf ihre spektrale Empfindlichkeit bereichsweise desensibilisiert werden. Das kann etwa durch eine geeignete Oberflächenvergütung oder durch eine Entspiegelung geschehen.

Jeder der optoelektronischen Empfänger unterliegt einer getakteten Betriebsweise, die eine Unterscheidung zwischen der Belichtungsphase und der Phase der Auslegung der Helligkeitsinformation unterscheiden zu können. Innerhalb jeder Taktperiode ist weiterhin die Durchführung eines internen Nullabgleiches vorgesehen, d. h. zwischen jeder Empfangsphase ist eine Abgleichphase geschaltet. Die Eingangsschaltungen der integrierten Schaltkreise sind differentiell aufgebaut, um Drifterscheinungen einfach kompensieren zu können.

Zur zusätzlichen Belichtungszeitverkürzung können im optischen Strahlengang weitere belichtungszeitverkürzende Elemente, z. B. eine sog. multi-channel-plate vorgesehen werden, durch deren Anwendung Möglichkeiten der Belichtungszeitverkürzung um ca. 1 Zehnerpotenz genutzt werden können.

Die Kombination mehrerer oder aller vorgenannter Mittel und Maßnahmen ergibt einen getakteten Empfänger mit hoher Schnelligkeit und hoher Empfindlichkeit.

Die A/D-Wandlung der Signale findet mit der gleichen Taktfrequenz statt, wie sie für die Empfänger vorgesehen ist. Je nach Ausführung des Empfängers kann die A/D-Wandlung ein oder mehrere Bits tief sein. Falls die Graustufung tiefer sein soll, als beim A/D-Wandler vorgesehen, kann dies durch die Verarbeitung mehrerer aufeinanderfolgender Bilder, bei denen eine Referenzschwelle des A/D-Wandlers von Bild zu Bild variiert wird, zu einem Grautonbild erreicht werden. Hierbei geht die zeitliche Auflösung der Kamera zurück.

Die vorgesehenen Speichermittel sind digital und derart organisiert, daß hinter jedem Empfänger ein Teilspeicher mit großer Kapazität für jeweils ein Bildelement vorgesehen ist.

Von allen Teilspeichern muß gleichzeitig je ein Bildelement zugreifbar sein, das durch Ablegen in eine allen Teilspeichern gemeinsame Ebene gekennzeichnet ist. Da jeweils ein Bildelement aus jedem Teilspeicher gleichzeitig mit den zur gleichen Ebene gehörigen aus den anderen Teilspeichern abrufbar ist, repräsentieren alle gemeinsam ein Bild, das in dieser Ebene abgespeichert ist. Die Aufeinanderfolge der Speicherelemente stellen damit die zeitliche Aufeinanderfolge der Bilder dar. Die Auswertung der Bilder kann mit einem Rechner erfolgen.

Vorteilhafterweise ist eine Steuerschaltung vorgesehen, die eine ereignisabhängige Triggerung der Aufzeichnungsvorgänge ermöglicht. Damit kann sowohl der Beginn der Einzelbildabspeicherung, als auch die Zahl der abzuspeichernden Bilder je Bildfolge bestimmt werden. Wählbar ist ebenso der zeitliche Abstand der Einzelbilder innerhalb einer Bildfolge und der zeitliche Abstand einzelner Bildfolgen untereinander.

Das Wesen der Erfindung soll an einem in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Die Fig. 1 zeigt den Gesamtaufbau eines Ausführungsbeispieles der Erfindung. Ein zu beobachtender Vorgang wird mit Hilfe des Objectives 1 auf die Eintrittsöffnung der Glasfasern (Bildebene) abgebildet. Diese Faserenden sind in einer geeigneten Halterung 2 gefaßt. Vor dem Objektiv 1 kann eine Multichannelplate 3 zur Bildverstärkung und als schneller elektronischer Verschuß angebracht werden. Es mögen p Faserenden, z. B. in einer quadratischen Anordnung, vorhanden sein. Somit ist eine Abbildung mit p Bildelementen (Pixeln) gegeben.

Der Strang mit p Fasern wird aufgeteilt in Fasergrup-

pen 4, 5 zu je m Fasern, welche jeweils auf einen integrierten Schaltkreis (IC) 6, 7 gerichtet sind. Es sind also $n = p/m$ Fasergruppen erforderlich. Die Aufteilung erfolgt derart, daß der geometrische Ort in der Eintrittsebene einer jeden Faser in jeder Fasergruppe bekannt ist und somit auch letztlich aus dem Speicher wieder eine zeitliche Abfolge einzelner Bilder rekonstruiert werden kann.

In jedem IC 6, 7 erfolgt eine Wandlung des Teilbildes (bestehend aus m Pixeln) zunächst in analoge elektrische Signale mit Hilfe von Fotodioden. Ggf. nach einer Aufbereitung des elektrischen Signals (Verstärkung) erfolgt eine Analog-Digital-Wandlung. Die Ausgangssignale dieser Wandler werden über Leitungen 8, 9 dem Bildspeicher 10 zugeführt.

Im einfachsten Fall wird nur 1 Bit gewandelt (Komparator), so daß letztlich lediglich ein binäres Bild (keine Grautöne) zur Verfügung steht. In dieser Konfiguration kann durch die Aufnahme mehrerer (zeitlich aufeinanderfolgender) Bilder mit unterschiedlichem Referenzpegel der Komparatoren ein Grautonbild erzeugt werden (bzw. vom Rechner zusammengesetzt werden). Die zeitliche Auflösung ist jedoch dann infolge von mehreren Einzelbelichtungen schlechter. Dieses Verfahren ist somit nur für geeignet "langsame" Vorgänge sinnvoll. Bei der hier genannten Konfiguration mit 1 Bit-Wandlung ($k = 1$) ist pro Pixel eine elektrische Verbindung erforderlich und entsprechend muß jeder Teilspeicher 12 einen m Bit breiten parallelen Zugriff ermöglichen.

Im allgemeinen ist — auch bei Hochgeschwindigkeitsanwendungen — ein Grautonbild erforderlich. Der A/D-Wandler ist dann z. B. als 4-Bit-Wandler ($k = 4$) ausgeführt (16 Graustufen). Für jedes Pixel ist dann ein 4 Bit breiter Speicher erforderlich; jeder Teilspeicher muß einen $k \cdot m$ Bit breiten Zugriff ermöglichen.

Fig. 2 zeigt die Details des ICs und des Teilspeichers. Jedes Faserende 15 wird mit einer geeigneten Abbildungsoptik 16 (eine Linse für ein IC oder Lenslet-Array) auf je eine Fotodiode 17 abgebildet. Damit der Empfang und die nachfolgende Aufbereitung des Signals 18 (Verstärkung, Kontrastüberhöhung mit Hilfe einer nichtlinearen Kennlinie usw.) durch Störgrößen wie z. B. Einstrahlungen, thermische Driften usw. möglichst wenig beeinflusst wird, kann der elektrische Signalzug symmetrisch ausgeführt sein, d. h. daß z. B. jeweils eine zweite, lichtabgeschirmte Fotodiode existiert und die Elektronik differentiell ausgeführt ist. Somit wird die Differenz der beiden Diodensignale verarbeitet und Störungen weitgehend kompensiert. Die Anzahl der Pixel pro IC 19 wird u. a. durch die Auflösung des A/D-Wandlers 20 beschränkt, da pro Bit ein elektrischer Anschluß (Pin) des ICs erforderlich ist. Ein multiplexen ist i. a. nicht möglich oder sinnvoll, wenn eine hohe Bildfrequenz (z. B. 10 MHz) erreicht werden soll. Im IC sind Schaltungsteile 21 zur Ansteuerung der A/D-Wandler, ggf. für automatischen Nullabgleich der Eingangsverstärker, Adreßzähler zur Ansteuerung der Teilspeicher sowie Steuereingänge für eine Triggerlogik 11 vorgesehen.

Der Bildspeicher besteht aus n Teilspeichern 12. Jeder dieser Teilspeicher besteht wiederum aus $k \times m$ Speichergruppen, wobei jedem Pixel eine Speichergruppe 15 zugeordnet ist. Die Tiefe dieser Speichergruppen bestimmt die Anzahl der Bilder, die das System speichern kann.

Bei 10 MHz Bildfrequenz, 128×128 Pixeln und einer 4 Bit A/D-Wandlung wird für eine Bildfolge von 10 ms (100 000 Bilder) ein Bildspeicher mit einer Kapazität von insgesamt $128 \times 128 \times 100\,000 \times 4 \text{ Bit} = 781,25 \text{ MByte}$

benötigt. Dieser Speicher muß einen parallelen 100ns-Zugriff auf 8 KByte ermöglichen. Um dies zu erreichen, muß das System z. B. in 256 ICs zu je 64 Pixeln mit nachfolgendem Teilspeicher aufgeteilt werden. Jeder Teilspeicher muß dann einen 32 Byte breiten Zugriff ermöglichen.

Sämtliche Teilspeicher sind über einen Speicher-Bus 13 mit einem Interface 14 verbunden, welches der Zugriff eines (in den Zeichnungen nicht dargestellten) Rechners auf den Bildspeicher ermöglicht.

Patentansprüche

1. Ultrahochgeschwindigkeitskamera, mit extrem hoher Bildfrequenz, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Bildebene eine aus den Enden eines Bündels von Lichtleitfasern mit einer beliebigen geometrischen Anordnung der Einzelfaser bestehenden Eintrittsebene für einen Sensor vorgesehen ist, daß eine Zuordnung der anderen Faserenden zum jeweiligen geometrischen Ort der Einzelfaser in der Bildebene gegeben ist und daß die anderen Enden der Fasern auf jeweils einen optoelektronischen Empfänger gerichtet sind und Speichermittel mit hochgradig parallelen Zugriff zur Speicherung der Einzelsignale der Empfänger nach vorheriger A/D-Wandlung enthalten sind.
2. Ultrahochgeschwindigkeitskameras nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der Lichtleitfasern in der Eintrittsebene eine Zeile bilden.
3. Ultrahochgeschwindigkeitskameras nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der Lichtleitfasern in der Eintrittsebene eine zweidimensionale Matrix bilden.
4. Ultrahochgeschwindigkeitskameras nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der Lichtleitfasern in der Eintrittsebene eine geometrische Fläche bedecken, die einem speziellen Meßproblem angepaßt ist.
5. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der Lichtleitfasern hexagonal dicht gepackt sind.
6. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Enden der Lichtleitfasern untereinander wesentlich größer ist als ihr Durchmesser.
7. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der optoelektronische Empfänger auf einem integrierten Schaltkreis untergebracht ist.
8. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der integrierte Schaltkreis außer dem optoelektronischen Empfänger auch nachfolgende Elektronik (Verstärker, A/D-Wandler etc.) enthält.
9. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach den Ansprüchen 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere optoelektronische Empfänger auf einem gemeinsamen Schaltkreis vereinigt sind.
10. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronik Mittel zur Ansteuerung der digitalen Speicher enthält.
11. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur spektral bereichsweisen Desensibilisierung der op-

toelektronischen Empfänger vorgesehen sind.

12. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Desensibilisierung aus einer Oberflächenvergütung bestehen.

13. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Desensibilisierung aus einer Entspiegelung der Oberfläche bestehen.

14. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Unterscheidung zwischen der Belichtungszeit und Auslesung der Helligkeitsinformation jeder optoelektronische Empfänger getaktet ist.

15. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum internen Nullabgleich innerhalb jeder Taktperiode vorgesehen sind.

16. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kompensation von Drifterscheinungen die Eingangsschaltungen der integrierten Schaltkreise symmetrisch und/oder differentiell aufgebaut sind.

17. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß den A/D-Wandlern die gleiche Taktfrequenz wie den optoelektronischen Empfängern aufgeprägt ist.

18. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß für die Abspeicherung binärer Bilder die maximale Taktfrequenz gewählt ist.

19. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß für die Abspeicherung von Bildern mit Grautonauflösung eine niedrige Taktfrequenz gewählt wird.

20. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichermittel aus Digitalspeichern bestehen.

21. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Empfänger ein Teilspeicher hoher Kapazität zugeordnet ist.

22. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel für den gleichzeitigen Zugriff zu den Speicherinhalten einer allen Teilspeichern gemeinsamen Speicherebene vorgesehen sind.

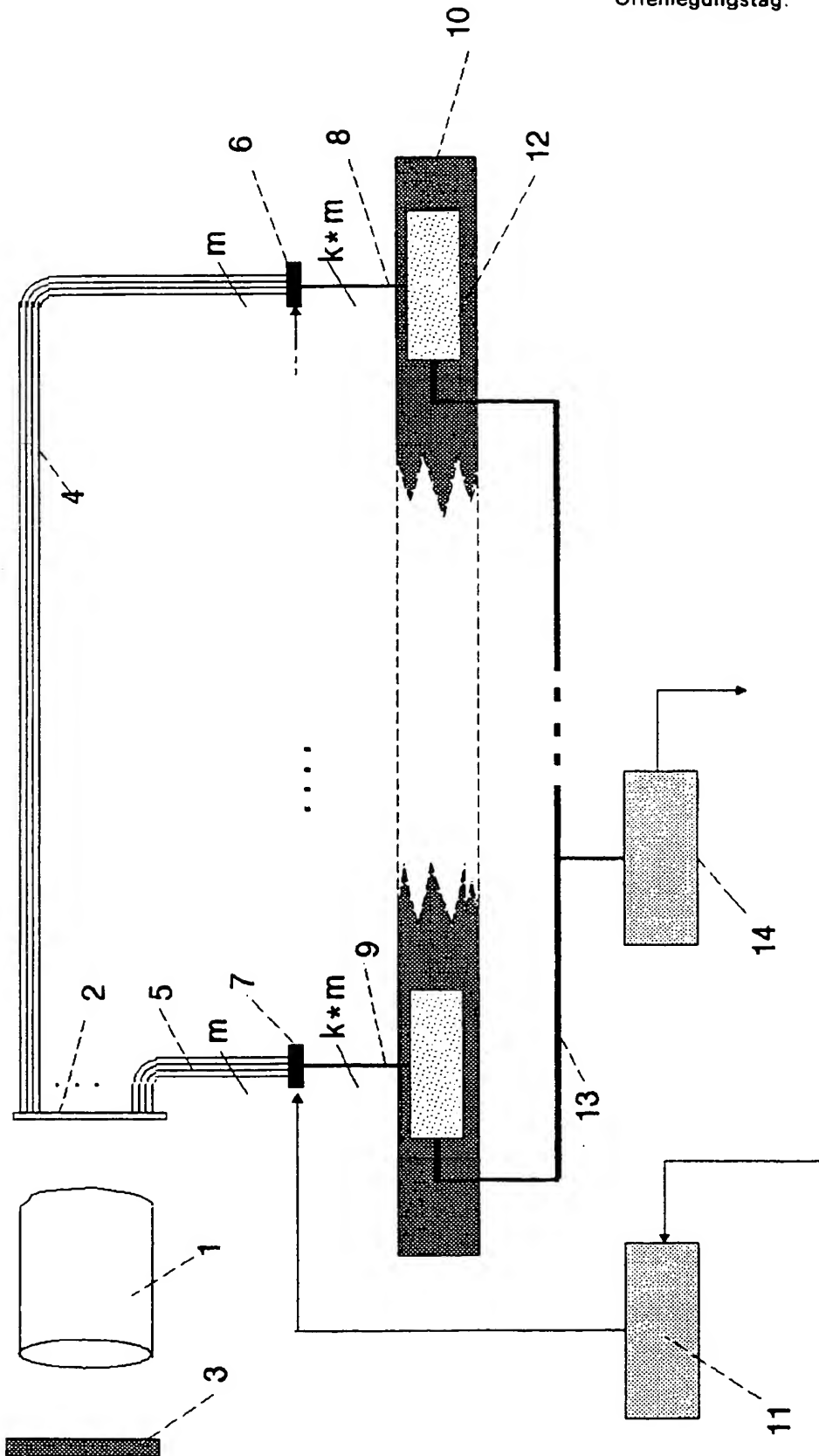
23. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur ereignisabhängigen Triggerung der Bildabspeicherung vorgesehen sind.

24. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere unterscheidbare Triggereingänge vorgesehen sind.

25. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im optischen Strahlengang zur Erreichung gegenüber der Hochgeschwindigkeitskamera verkürzter Belichtungszeiten ein sehr schneller elektronischer Verschuß vorgesehen ist.

26. Ultrahochgeschwindigkeitskamera nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im optischen Strahlengang Mittel zur Bildverstärkung vorgesehen sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



Figur 1

